



## Bygninger – en aktiv del af fremtidens energiforsyning

Heller, Alfred

*Publication date:*  
2015

*Document Version*  
Peer reviewed version

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Heller, A. (Author). (2015). Bygninger – en aktiv del af fremtidens energiforsyning. Sound/Visual production (digital)

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Bygninger – en aktiv del af fremtidens energiforsyning

Energiforum Denmark  
4. marts 2015

(AI) Fred Heller  
Lektor på DTU Byg  
alfh@byg.dtu.dk

DTU Byg  
Institut for Byggeri og Anlæg

---



$e^{i\pi} = -1$   
318284  
>  
,

# Globale tendenser

- Globalisering
- Urbanisering (stigende befolkningstal – det taler vi ikke om)
  - Større byer (80% forventes boende i byer i 2050)
  - Mere tætte byer
  - Højere byer
- Smart'ificering
  - Smart Cities
  - Smart Grids
  - Smart Buildings (Bygningsautomation)
  - Smart Sensors

=> Alle er smarte – Hvem er smartest? (bestemmer?)
- Bæredygtighed
  - Vedvarende energi
  - Cirkulære systemer
  - Konsekvenser af miljø'et



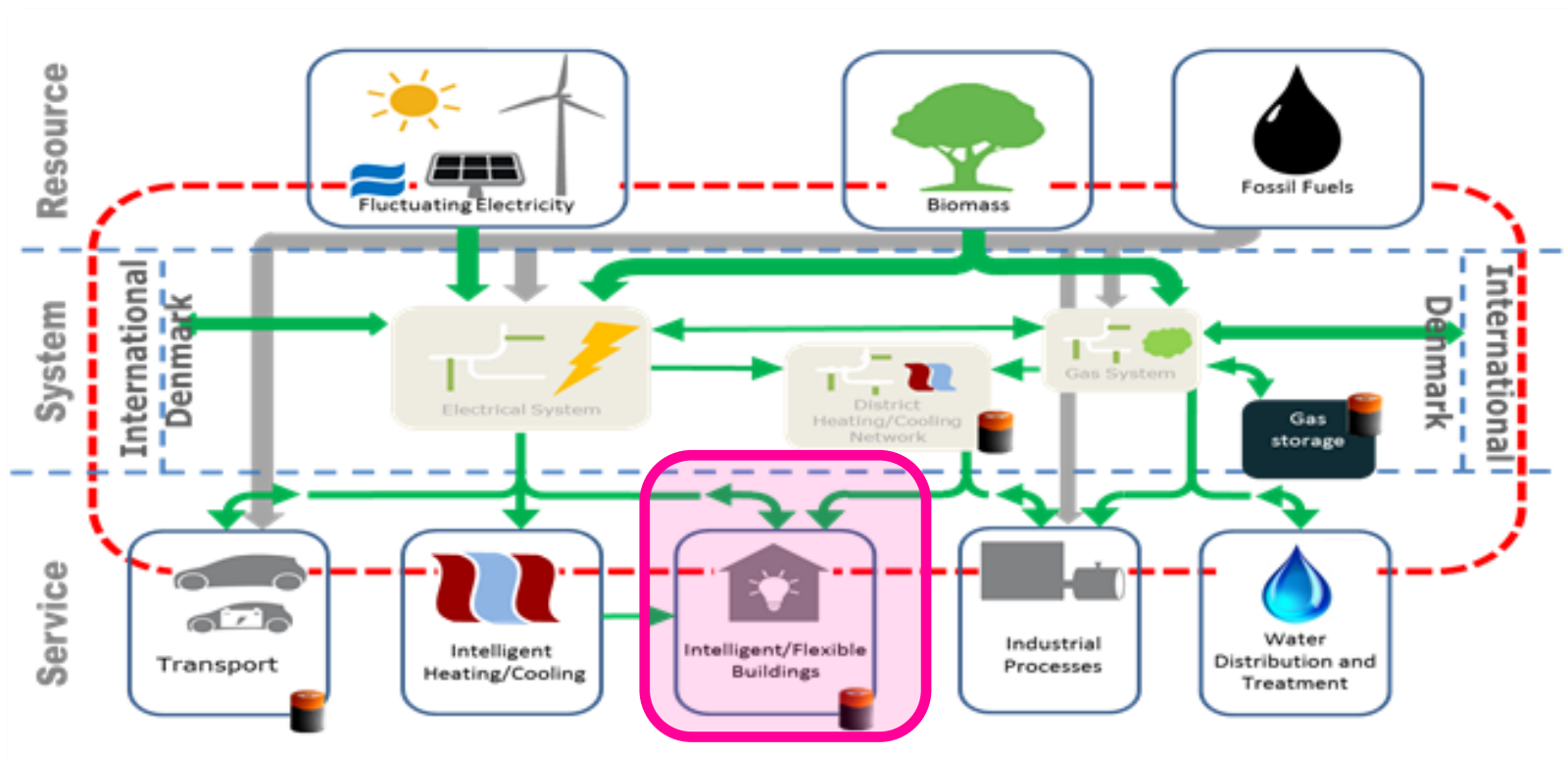
Det er bl.a. disse tendenser der danner rammen om hvordan vi designer bygninger

# Tendenser i byggeriet

- Mere renovering end nybyg tippes
- Lavenergi > Superlavenergi tendentiv nej
- Kontrolleret luftskifte ja
- Bygning som Prosumer
  - Forbrug på 30-40% aftagende
  - Produktion 100%? potentiale er større end forbrug
- Teknologien øges ja (men alternativer findes)
- Mere monitorering, kontrol ja
- Smarte Bygninger (Bygningsautomation)
- ... data & kommunikation => prædiktering og intelligens
  - Udfordring: Privacy

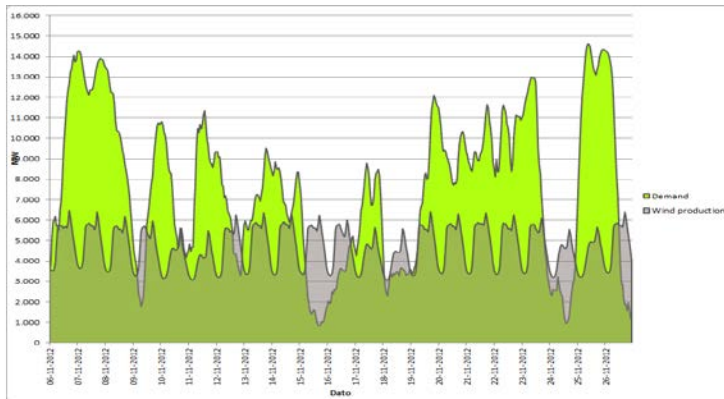


# Energisystemet Smart Energy

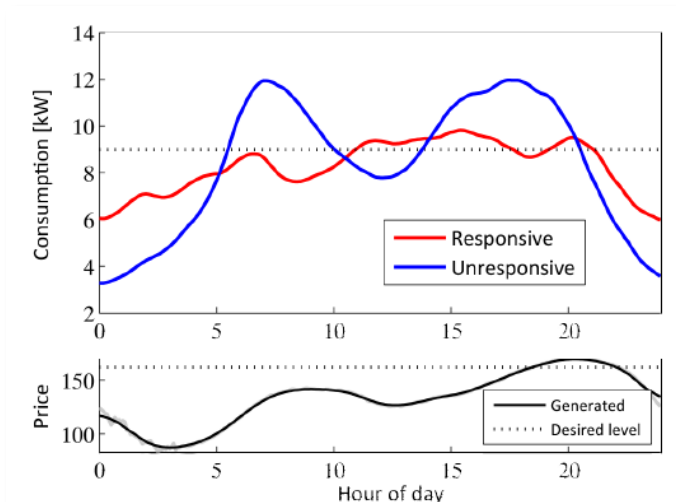




# Ny tendens

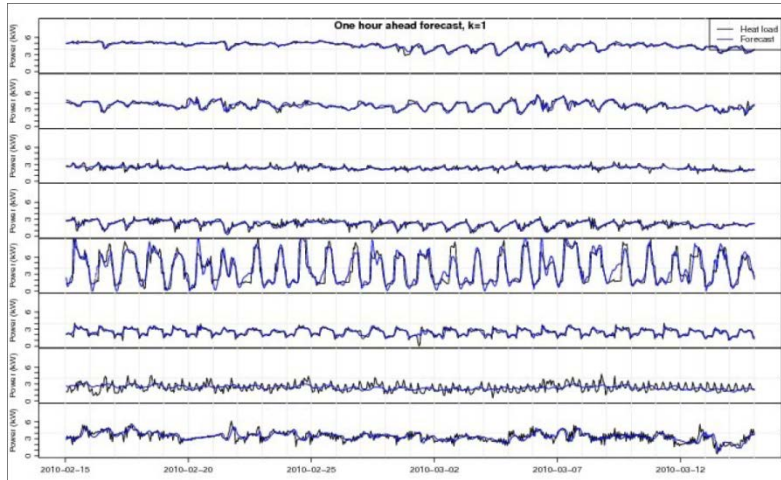


- Vedvarende energi  
⇒ Øget fluktuationer  
⇒ Behov for stabilisering
- Evne til at bruge energi når den er der = **Fleksibilitet**



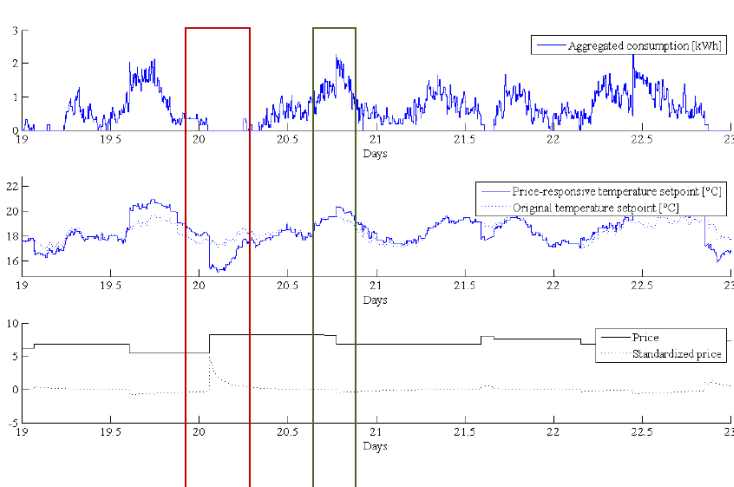
- Find teknologier der tilbyder dette

# Forslag 1 – Demand Side Management



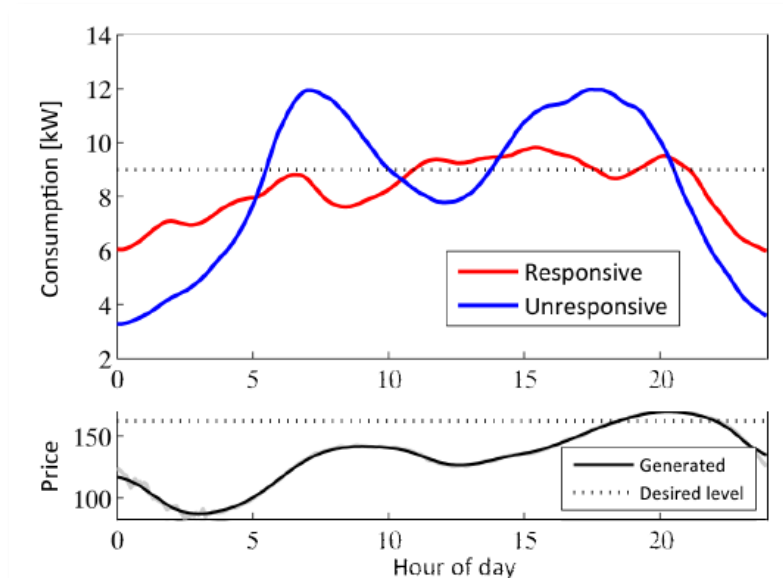
- Forecasting
- Predictive control
- ...
- Vi forsøger at forudse energiforbruget
- ... og styrer efter det
  - Vejrdata

– Energipriser / Markeder



## Forslag 2 – Brug bygningens termiske masse

- Kan vi lagre varme/køling i væggene?
- .. og herigennem aflaste energinettet (økonomisk motivation)
  - Bygningens masse er "Gratis"
  - Stort potentiale - Hvor stort er potentialet?





# Forskningsfronten

## Modellering af energiforbrug vs fleksibilitet

- Forskningsspørgsmål:
  - =>Hvor meget af den termiske masse kan aktiveres?
- Metoder:
  - Computersimulering
  - Kan vi bare bruge de modeller vi har brugt hithid?
- Bygningsmodeller er designet til at bestemme energiforbruget
  - her er tiden ikke kritisk
  - man har simplificeret modeller til at være hurtige
  - Hvilke begrænsninger er der indført ved disse simplificeringer?
- Det nye spørgsmål – Om bygninger kan tilbyde “**fleksibilitet**”?
  - Tiden er afgørende, da
    - overskud i vind og sol er skiftende og begrænsede
    - ofte i kortere perioder

# Første tendentielle svar

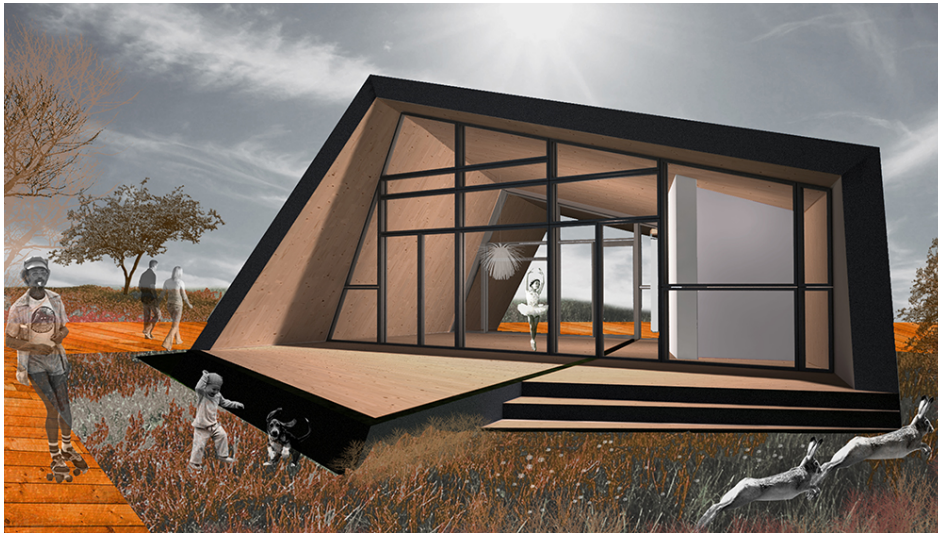
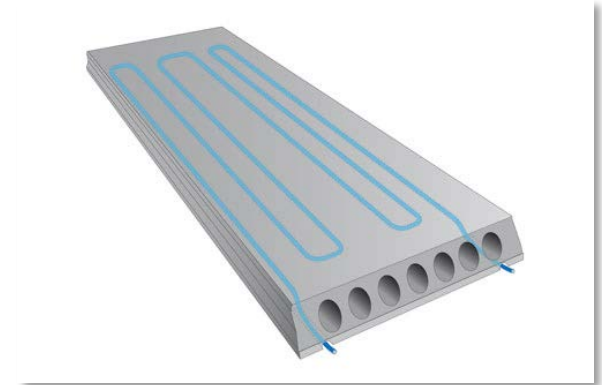
- Mange modeller kan ikke gengive kortfristede termiske påvirkninger
  - pga. de numeriske metoder
  - pga. simplificeringer
- Selvom bygningens termiske konstant (maks kapacitet) er stor,
- ... er kun det yderste del af konstruktionen der varmes op
- ... overgangen fra luften til væggen er den begrænsende faktor

⇒ Derfor skal vi finde nogle mere termisk aktive løsninger  
 ⇒ hvis vi ønsker at tilbyde fleksibilitet i bygningerne

⇒ Bemærk:           Energiforbruget kan blive øget  
 ⇒                       Forbrugsmønstret ændres

# Aktivering af den termiske masse

- Den termiske masse skal komme i spil – Hvordan?
  - Gulvarme (eksisterende teknologi)
  - TABS og andre teknologier



- Kølende lofte (vægge)
- Solar Declathlon 2012 - FOLD

# Bygninger om 5 år

- Intelligens forudsætter:
  - Monitorering
  - Automation
  - Prædiktering
  - Styring (udefra)
  - = Smart Buildings
- Udfordring:
  - Kompleks versus Robust
  - Intelligent automation versus brugerkontrol
  - Industrialisering versus individualisering
    - The Smart Way or The Swatch Way?

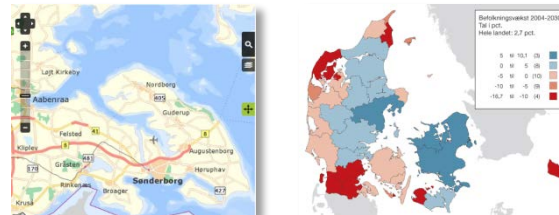
# Mulighed – Big data - Intelligens

## Principielle data kilder

- Andre data
  - Googlish Big Data (skyerne)



- Offentlige data



- Forskningsdata



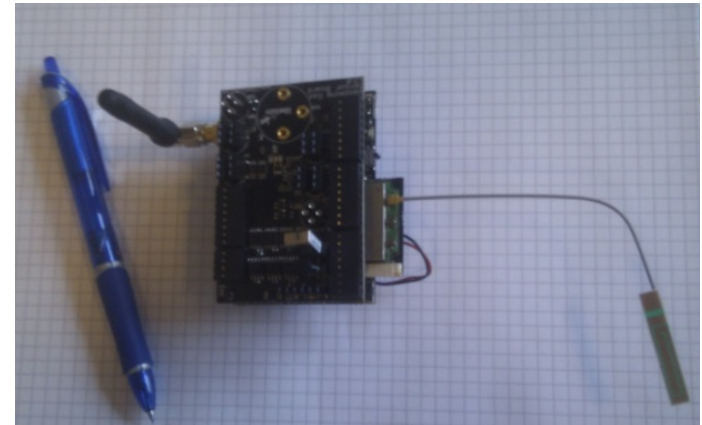
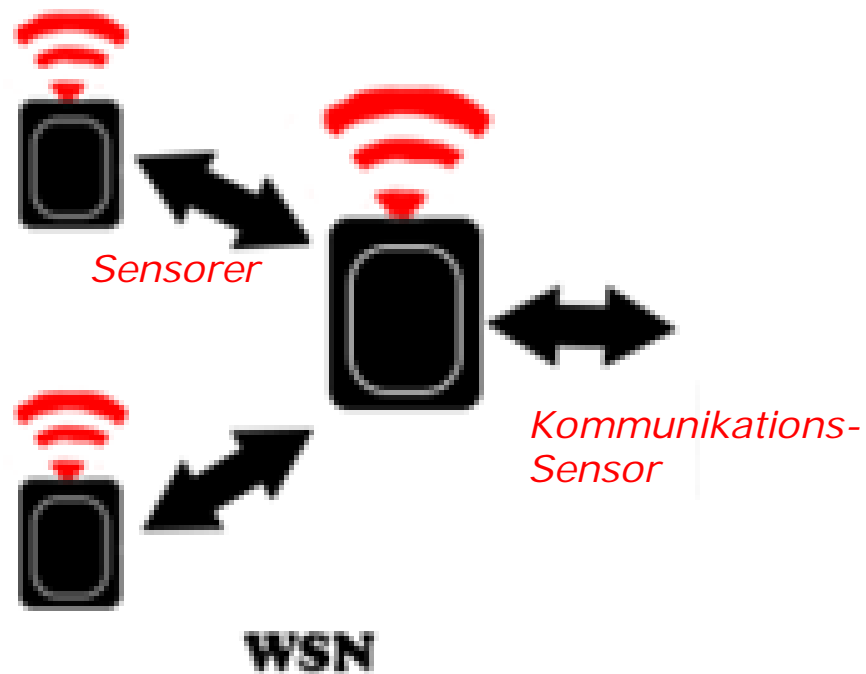
[ugeskriftet.dk](http://ugeskriftet.dk)

# Bygningens egne data

## The Internet of Things

### Eksempel: WSN

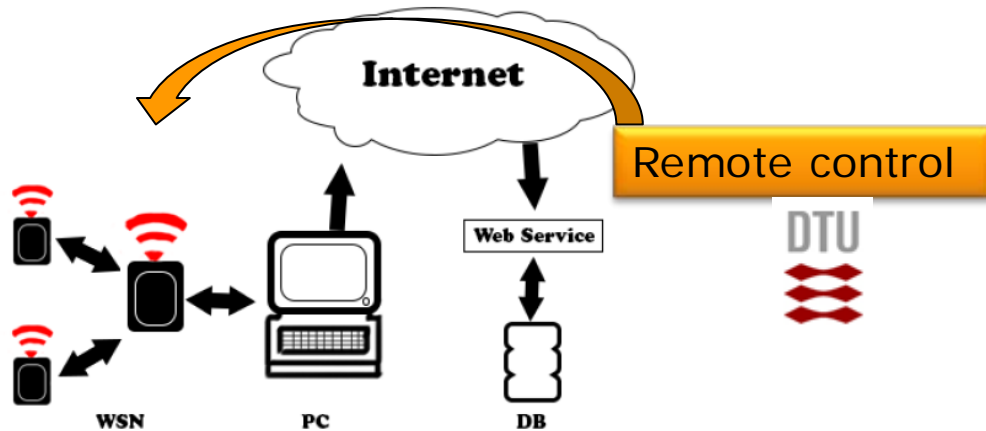
#### Eksempel: Trådløse sensorer



*Wasp mote Platform*



# Data opsamling <-> styring



*Apisseq, Sisimiut -Grønland*



- "Kommunikations-sensoren" overfører dataene til "database"
  - f.eks. en lokal database (PC)
  - eller over internettet til en central database (DB, opsamling)
  - eller over internettet til en "cloud database"
- Kan man den ene vej, kan man (ofte) også den anden vej
  - styring, fjernstyring

# Specialeprojekter – Data-Visualisering



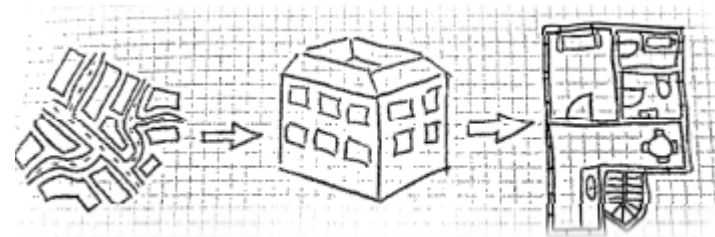
Brugervenlig visualisering

Af byplans- og bygningsspecifik data



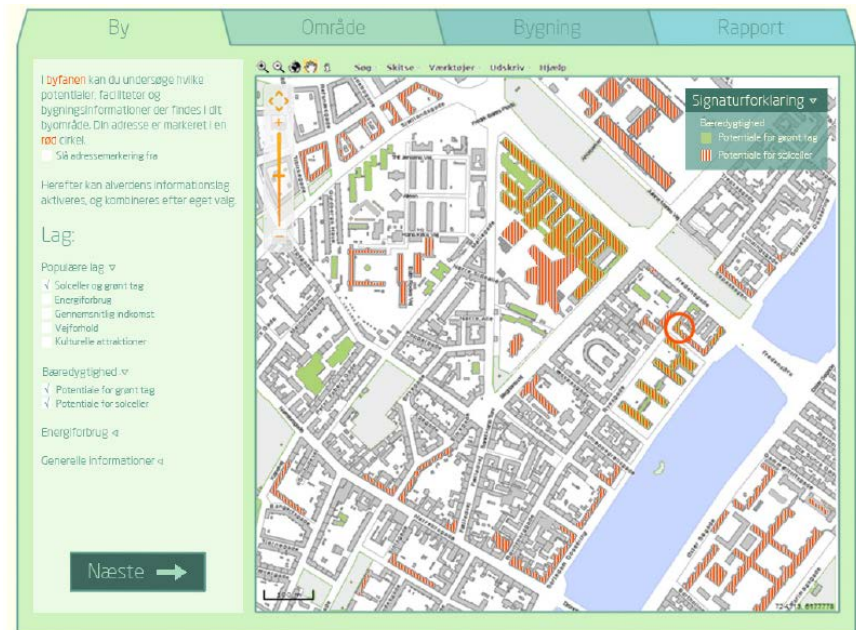
DTU Mads Harding Møller s093341  
Lærke Philipsen s093375

Automatisk beregnet energimærkning



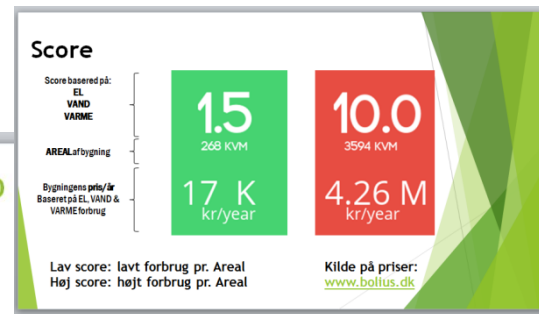
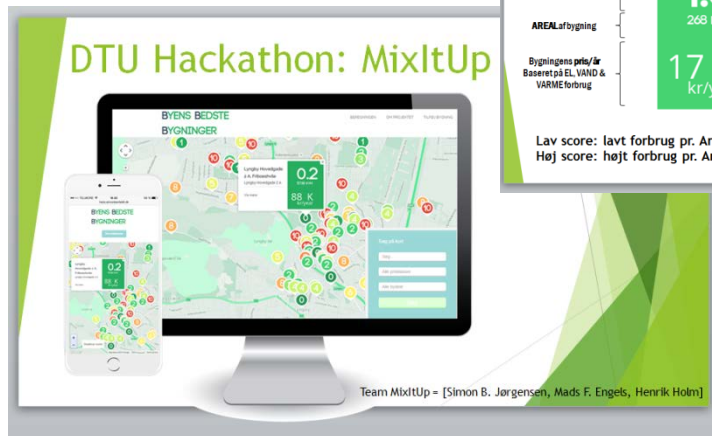
Zoom into data:

GIS>BIM>Plan>Component>...



# Hvad er mulig (på to dage)?

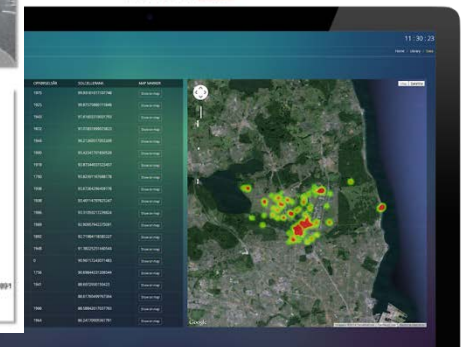
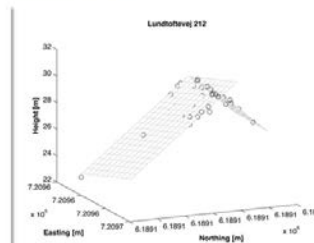
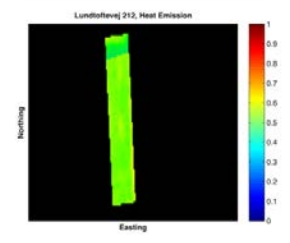
## Big Data Hackathon 2014



### Team FancyPants

Anders Nielsen  
Benjamin Hughes  
Daniel J. Bertelsen  
Lars Bonde  
Maxim Khomiakov  
William Gan

We combined data from  
thermography maps with the  
application of the Danish Altitude  
Model



- Begge vindere brugte energi og by - data

# Nordhavn – Fremtiden vi jagter

- Behov for sensorer
  - Avancerede kontorbygninger – 10.000 sensorer
    - Widex bygningen i Lyngby
    - Grundfos kollegiet i Århus
  - Lejligheder og små huse - >500 sensorer
  - De store systemer (målinger på det aggregerede niveau)
    - Bygninger
    - Logiske enheder/strenger
- En by får millioner af sensorer
  - som leverer aflæsninger hvert sekund/minut/time/dag
    - I kan selv regne på de store tal for data kommunikation og lagring

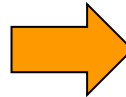


# SMART CITY BYGNINGEN SOM AKTIV KOMPONENT I ENERGYSYSTEMET



## Nordhavn – Bygningen i det komplekse energisystem

- Eksempel EnergyLab Nordhavn (under planlægning)



- Vi forventer måling af
  - over 100 huse
  - flere gader
  - alle energistrømme, vand m.m.
  - speciel målinger på krydstogtskibe for at dokumentere deres egenskaber
  - > 10.000 målepunkter pr. større bygning

Kilde: <http://www.byoghavn.dk/byudvikling/bydele/nordhavnen/landvindingsprojektet+i+nordhavnen.aspx>



# Vinge Frederikssund – Bygningen i el-systemet

- Eksempel Vinge Frederikssund – Barmark-udviklingsprojekt
- Eneste energiform er elektricitet
  - Hvilke konsekvenser har dette valg?
  - Hvordan spiller Smart Grid her?
- For at kunne svare spørgsmålene er der behov for
  - Målinger
  - Sensorer
  - Data infrastruktur



Kilde: <http://www.frederikssund.dk/vinge>

# Vidensby Lyngby Smart Campus DTU

- Living Lab Lyngby
- At renovere bygninger til en smart city

UDBYGNINGSPLAN 2009 - 2020

